LE POINT EN RECHERCHE

Juillet 2010 Série socio-économique 10-008

# Effet de la neige et de la glace sur l'utilisation des rampes extérieures par les personnes en fauteuil roulant

## INTRODUCTION

L'hiver représente la saison la plus difficile pour les personnes à mobilité réduite. Glissades, chutes, difficultés à marcher et obstruction du fauteuil roulant par la neige et la glace sont autant de désagréments éprouvés. Compte tenu de la durée de l'hiver canadien, il est surprenant de constater le peu de documentation qui existe sur les activités hivernales non sportives. En conséquence, les directives et les normes des bâtiments sont principalement fondées sur des études en terrain sec. Dans le cas des rampes d'accès résidentielles, les personnes en fauteuil roulant signalent des problèmes d'accessibilité causés par la présence de neige et de glace sur la surface des rampes en hiver.

Pour accéder aux bâtiments dont l'entrée n'est pas de plain-pied ou qui ont plus d'un niveau, les utilisateurs de fauteuils roulants se servent principalement des rampes d'accès et des plates-formes élévatrices motorisées. Toutefois, de nombreuses personnes handicapées ou âgées préfèrent rester chez elles en hiver plutôt que de s'aventurer à l'extérieur en fauteuil roulant lorsque les précipitations créent des conditions potentiellement dangereuses. Elles risquent alors de souffrir d'isolement social et de problèmes psychosociaux connexes.

L'étude contribue aux connaissances sur la conception des rampes d'accès et sur les techniques de propulsion sur rampe d'accès, afin d'éduquer les utilisateurs de fauteuils roulants, les professionnels de la santé et les constructeurs sur la façon de concevoir des environnements sûrs et accessibles. L'étude est la première analyse quantitative biomécanique de la mobilité des fauteuils roulants sur les rampes d'accès dans des conditions enneigées ou glacées. Les travaux de recherche qualitatifs antérieurs portant sur la propulsion en fauteuil roulant dans des conditions hivernales n'offrent pas d'information satisfaisante pouvant aider à la prise de décision concernant les rampes résidentielles en hiver. La présente étude offre, à l'intention des constructeurs, des propriétaires-occupants et des personnes handicapées, des recommandations éprouvées sur les rampes d'accès résidentielles en hiver.

En plus d'enrichir nos connaissances sur la mobilité des fauteuils roulants, l'étude présente un environnement d'analyse quantitative viable qui pourra servir à des évaluations futures des déplacements humains sur les sentiers résidentiels extérieurs dans des conditions climatiques rigoureuses.

### Objectifs

- Recenser les techniques biomécaniques permettant aux personnes en fauteuil roulant de se déplacer sûrement, à la montée et à la descente, sur rampes d'accès avec couvert de neige et de neige glacée.
- Définir les pentes qui rendent difficiles ou impossibles les déplacements dans des conditions de neige ou de neige glacée.
- Recueillir de l'information sur la perception des personnes en fauteuil roulant concernant leur utilisation des rampes d'accès en hiver.

Canada

SCHL CMHC
AU CŒUR DE L'HABITATION

## CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Les recherches traitant des déplacements sur rampes d'accès en fauteuil roulant manuel ont montré que les personnes jeunes peuvent gravir des pentes allant jusqu'à 1:8 dans des conditions sèches et maîtrisées. Cependant, comme le mentionnent Rousseau et al.[1] , les auteurs de ces études ne se sont pas intéressés aux effets de la neige, de la glace et de la pluie. La plupart des études ont rapporté que l'effort physique requis augmentait progressivement au-delà d'une pente de 1:20. Même à une pente de 1:20, les mouvements des articulations du haut du corps peuvent dépasser 30 % de la capacité de l'utilisateur. Kulig et al.[2] ont montré que les moments de force développés à l'épaule se multipliaient par plus de deux lors de l'ascension en fauteuil roulant d'un plan incliné de huit degrés.

Dans la documentation destinée aux consommateurs, on a trouvé une analyse qualitative (Smith[3]) des déplacements (montée et descente) de neuf fauteuils roulants à commande électrique sur une rampe de dix degrés avec couvert de neige de 7,5 cm (3 po). Tous les fauteuils motorisés ont pu gravir la rampe et en descendre; cependant, les fauteuils à roues avant motrices et à roues médianes motrices ont eu de la difficulté à se déplacer. L'investigateur a indiqué que les pentes supérieures à 10 degrés seraient très difficiles à franchir en hiver.

Les recherches et les commentaires des consommateurs sur les pentes supérieures à 1:12 n'ont pas été concluants. Rousseau, et al.[1] ont indiqué qu'une pente de 1:10 était une option viable puisque les forces de propulsion exercées sur les jantes n'étaient alors pas très différentes des forces exercées à une pente de 1:12. Toutefois, l'étude de Rousseau a porté sur des sujets sains qui n'avaient peut-être pas les désavantages des utilisateurs de fauteuils roulants typiques (gamme de mouvements réduite, équilibre déficient, dysfonctionnement musculaire, etc.). Il n'y avait aucune étude fournissant des données biomécaniques sur la propulsion en fauteuil roulant dans des conditions hivernales.

### Méthodologie

Une rampe d'accès modulaire ajustable a été modifiée de façon à offrir un cadre d'essai sécuritaire à des pentes de 1:10, 1:12 et 1:16. On a renforcé sa structure de façon à réduire les mouvements entre les sections modulaires et à faciliter les changements de pentes au cours des essais, et ajouté une zone de transition entre le sol et le plan incliné. Les mains courantes ont été élevées à la hauteur maximale de 97 cm (38 po). La main courante inférieure n'a pas été mise en place puisqu'elle aurait possiblement gêné l'enregistrement vidéo.

On a ajouté un système d'arrimage de sûreté composé d'un dispositif d'assurage autobloquant et d'un câble d'escalade, pour parer à d'éventuelles conditions dangereuses lors de la collecte des données. Des sangles additionnelles dotées de mousquetons ont été fixées à l'avant et à l'arrière des fauteuils roulants, comme points d'attache solides pour le câble de sûreté. Le système d'arrimage ayant été fixé au fauteuil, on a aussi prévu une ceinture abdominale maintenant les participants attachés à leur siège dans l'éventualité où le câble de sûreté entrerait en jeu.

Tous les essais ont eu lieu au Centre de technologie des transports de surface du Conseil national de recherches du Canada, Division d'ingénierie et d'essais climatiques (Ottawa). Ces installations constituent la plus grande chambre climatique au Canada. On peut y maintenir des températures variant entre -51 °C et +55 °C. Elles sont équipées d'un ensemble complet d'instruments et permettent d'enregistrer des données pour évaluer la performance dans diverses conditions (neige, pluie, pluie verglaçante, glace, brouillard, et même une combinaison de ces conditions).

---

[1] J. Rousseau, R. Aissaoui, D. Bourbonnais, *Évaluation de l'effort physique requis pour monter une rampe d'accès en fauteuil roulant manuel*, Le Point en recherche, SCHL, avril 2005.

[2] K. Kulig, S. Rao, S. Mulroy, C. Newsam, JoAnne K. Gronley, E. Bontrager, J. Perry, *Shoulder Joint Kinetics During the Push Phase of Wheelchair Propulsion*, Clinical Orthopaedics and Related Research, 1998, p. 132-143.

[3] L. Smith, *Weathering the Winter in a Wheelchair* (document en ligne), Rehab Management, The Interdisciplinary Journal of Rehabilitation, octobre-novembre 2000 (consulté le 15 juin 2010), Internet : <http://www.rehabpub.com/ltrehab/10112000/4.asp>

**Figure 1** Ascension de la rampe à l'aide des mains courantes, dans des conditions glacées avec ajout de sable antidérapant.

Le laboratoire climatique n'ayant jamais servi à effectuer des analyses quantitatives du mouvement, diverses adaptations ont été nécessaires. On a ménagé un espace dans la salle de contrôle pour installer l'ordinateur d'analyse du mouvement Vicon et le matériel associé (servant à mesurer l'orientation des membres pendant le mouvement), préparer les sujets et offrir une zone chauffée où attendre entre les essais. Dix caméras de capture du mouvement Vicon ont été placées autour de la rampe, à l'intérieur de la chambre climatique.

On a recruté, par l'intermédiaire du Centre de réadaptation de l'Hôpital d'Ottawa, onze personnes se servant généralement de leur fauteuil roulant manuel en hiver. Après confirmation par les participants de leur connaissance du protocole, ils ont rempli un formulaire de consentement et un questionnaire sur leur expérience des déplacements en fauteuil roulant l'hiver.

Deux scénarios hivernaux ont été évalués : « neige damée » et « neige damée avec couvert de pluie verglaçante et ajout de sable antidérapant ». On a demandé aux participants de franchir la rampe à chacune des pentes (1:10, 1:12, 1:16) et dans chacun des scénarios. Pour recueillir des données sur la biomécanique et les perceptions des participants, on s'est servi d'un système d'analyse du mouvement (Vicon Motion Analysis System), de caméras vidéo numériques et de questionnaires.

## Résultats

Cette étude confirme le besoin de travaux de recherche sur la mobilité en hiver. En effet, la recherche dans ce vaste domaine est peu avancée. Mais les résultats de cette étude des déplacements sur rampes d'accès avec couvert de neige et de glace recouverte de sable ont enrichi nos connaissances sur la mobilité dans ces conditions particulières.

Pour les personnes devant se déplacer en fauteuil manuel dans des conditions glacées et enneigées, divers facteurs biomécaniques et environnementaux conditionnent l'accès aux bâtiments au moyen de rampes. Les résultats de l'étude confirment que les déplacements autonomes, effectués à l'aide des seules techniques de propulsion courantes, ne sont peut-être pas possibles dans toutes les conditions et à toutes les pentes actuellement acceptées dans les codes du bâtiment.

En ce qui concerne les pentes des rampes d'accès, tous les participants ont réussi à se déplacer seuls dans les conditions glacées avec ajout de sable antidérapant à toutes les pentes. La neige recouverte de glace a produit une surface ferme, quoiqu'inégale, dans laquelle les roues ne s'enfonçaient pas. On a saupoudré la surface de la rampe d'une quantité suffisante de sable afin d'offrir un environnement sûr pour la marche ou les fauteuils roulants. Cependant, des commentaires subjectifs reçus des participants ont indiqué qu'en général, on applique une quantité insuffisante de sable ou d'autres substances antidérapantes sur les rampes extérieures, ce qui crée des conditions dangereuses ou rend la rampe infranchissable (les roues glissant sur la glace).

Même avec une quantité suffisante de sable, les sujets les plus actifs ont souvent eu des difficultés lors de l'ascension des pentes de 1:10 et 1:12, leurs roues glissant sur la glace (fort mouvement de propulsion dépassant la friction roues-glace-sable). En général, ces sujets se tiraient alors à l'aide des deux mains courantes afin de se remettre en mouvement, puis revenaient à la propulsion classique. On pourrait recommander d'utiliser la propulsion à l'aide des deux mains courantes dans des conditions glacées, puisque cela résout les problèmes de friction (pas de force de propulsion sur les jantes des roues) et améliore la maîtrise de la trajectoire du fauteuil, et que des forces de propulsion plus grandes sont possibles.

Les conditions enneigées ont produit des résultats très différents à toutes les pentes, et la pente de 1:10 s'est révélée infranchissable pour de nombreux participants non aidés. La principale difficulté a été l'enfoncement des roues dans la neige, nécessitant l'intervention d'un assistant pour les dégager. Cette intervention a été le seul moyen pour les participants de poursuivre leur progression vers l'avant, puisqu'ils ne pouvaient se pencher vers l'arrière pour dégager les roues et se propulser vers l'avant (à la pente plus élevée de 1:10).

Chose intéressante, il n'existe aucun rapport entre la taille des roues avant et les déplacements dans des conditions de neige. Les participants dont les roues avant étaient plus grandes ou plus larges avaient les mêmes problèmes que les autres. Les thérapeutes qui prescrivent des fauteuils roulants recommandent peut-être intuitivement des roues avant plus larges aux personnes qui se servent de fauteuils manuels en hiver. Toutefois, les résultats de cette étude indiquent que seules des roues de taille très supérieure aux roulettes courantes auraient un effet appréciable. Il faudra faire d'autres recherches pour trouver la taille de roues au-delà de laquelle on obtient des effets positifs.

Concernant la neige et les rampes extérieures, deux éléments importants sont à considérer : la zone de transition entre le sol et le plan incliné, et les endroits où les utilisateurs se mettent en mouvement. Lors des essais, la neige s'est rapidement ramollie dans la zone de transition initiale de 2 m (6,5 pi), et ce, en dépit de l'entretien effectué entre les essais (redistribution et tassement de la neige). L'impact des roues avant lors du passage du fauteuil du sol au plan incliné brisait la neige tassée jusqu'à ce qu'elle n'offre plus de base solide. Les roues avant s'enfonçaient dans les ornières tandis que les roues arrière tournaient sur place en creusant la surface de neige. Cette situation s'est répétée, mais de façon moins sévère, dans la zone de transition entre le plan incliné et la surface plane en haut de la rampe. L'étude n'a pas porté sur ce ramollissement de la neige, mais des études ultérieures devraient en tenir compte dans le cas des rampes plus longues comportant des zones de transition médianes.

La « zone de neige molle » concorde avec les commentaires qualitatifs des utilisateurs de fauteuils roulants qui mentionnent souvent les difficultés associées à cette zone de transition au pied des rampes extérieures. Dans la plupart des cas, même si le plan horizontal est relativement libre de neige, l'accumulation de neige molle au pied des rampes extérieures freine la progression vers l'avant, arrêtant l'élan qui pourrait faciliter l'ascension de la rampe. Cette condition de surface étant inévitable même dans un environnement contrôlé, de nouvelles approches devraient être adoptées concernant la conception des rampes, les normes d'entretien des rampes et les techniques utilisées par les clients.

Les participants qui ont été incapables de se déplacer seuls dans la zone de transition initiale ont commencé leur ascension au premier quart de la rampe. Même en évitant la zone de transition au pied de la rampe, la plupart des participants ont eu de la difficulté à se mettre en mouvement et à se propulser pour gravir la pente de 1:10. Deux participants ont été incapables de terminer la tâche et nombre d'entre eux ont dû se faire aider par l'équipe de recherche pour libérer les roues avant de la neige et repositionner le fauteuil à un endroit de la rampe où la surface était plus solide. Les pentes de 1:12 et de 1:16 n'ont causé que des difficultés mineures aux participants qui ont pu les franchir seuls.

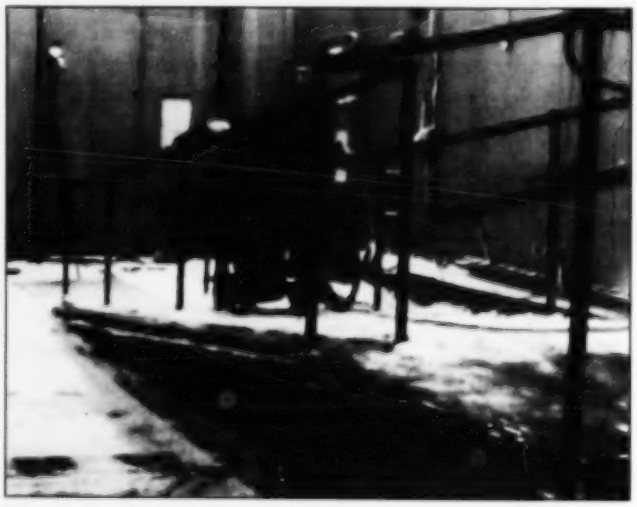

**Figure 2** Ascension à reculons

Sept techniques de propulsion ont été testées : propulsion classique (l'utilisateur pousse sur les jantes de roues); usage des deux mains courantes (l'utilisateur tire le fauteuil à la montée et le ralentit à la descente); descente en roue libre, une main sur la main courante et l'autre sur la roue opposée (sans propulsion de la part de l'utilisateur); l'utilisateur fait

une roue arrière (« wheelie ») en poussant sur les jantes; descente en roue libre sur roues arrières; ascension à reculons à l'aide des deux mains courantes. En général, les participants combinaient plus d'une technique. Par exemple, mise en route à l'aide des deux mains courantes, puis propulsion classique jusqu'à l'enlisement des roues avant, dégagement des roues avant à l'aide d'une main courante, et enfin combinaison de propulsion classique et avec les deux mains courantes au segment supérieur de la rampe.

Un des participants a réussi à gravir la rampe à reculons à toutes les pentes en étendant ses bras vers l'arrière et en poussant sur les deux mains courantes. Pour ce faire, il a eu recours à une gamme typique de mouvements des épaules et du torse. Comme ce participant avait un niveau fonctionnel moyen, cette technique d'ascension à reculons pourrait servir à la plupart des personnes qui se déplacent en fauteuil manuel l'hiver. Il faudrait pousser les recherches sur cette technique pour voir comment elle pourrait servir aux utilisateurs de fauteuils roulants de faible niveau fonctionnel, et pour déterminer si sa généralisation à un plus grand nombre d'utilisateurs entraînerait des difficultés liées aux fauteuils ou aux environnements.

## CONCLUSIONS

- La pente de 1:16 est la plus facile à franchir en hiver : elle a présenté le moins de difficultés et les participants en ont fait l'ascension plus rapidement que les autres pentes.
- Bien qu'on ne puisse recommander l'élimination de la pente de 1:10 des normes de construction extérieures, faute de raisons suffisantes, l'accumulation de neige la rend infranchissable pour de nombreux utilisateurs non aidés.
- Dans des conditions enneigées, la zone de transition entre le sol et les deux premiers mètres (6,6 pi) du plan incliné a été la plus difficile à franchir, à la montée comme à la descente. Des directives pour la conception et l'entretien de cette zone sont recommandées afin d'améliorer l'accès aux bâtiments des utilisateurs de fauteuils roulants et leur autonomie.
- En ce qui concerne les déplacements en conditions glacées avec ajout de sable antidérapant, la propulsion au moyen des deux mains courantes est la technique préférée parce qu'elle permet une meilleure maîtrise de la trajectoire et réduit les risques de dérapage.
- L'ascension à reculons en conditions enneigées devrait être envisagée pour les personnes capables d'effectuer une gamme suffisante de mouvements des épaules et du torse. Cependant, des études additionnelles devraient être faites pour vérifier que ces résultats positifs sont généralisables à un grand nombre d'individus.
- Deux mains courantes sont recommandées pour les rampes extérieures, car elles permettent aux utilisateurs de se propulser, de se dégager des ornières et de franchir d'autres obstacles causés par la neige. Les questions de conception des mains courantes sont importantes, compte tenu de leur rôle dans la maîtrise de la descente, le dégagement des obstacles et la propulsion. Parmi les facteurs importants, notons l'absence d'obstacles gênant la saisie des mains courantes sur toute leur longueur (pas de poteaux gênant la main à la descente), l'absence de neige ou de glace sur les mains courantes, etc.
- Concernant les conditions glacées, la quantité de sable antidérapant nécessaire et sa durée effective (c.-à-d. le temps après lequel le sable incorporé à la glace devient beaucoup moins efficace) devraient faire l'objet d'une autre étude.
- Les roues avant des fauteuils manuels courants ne sont pas conçues pour les conditions de neige molle. Il existe peu d'options pour répondre à ce besoin; en conséquence, d'autres études sur cet aspect sont nécessaires.

**Directeur de projet à la SCHL :** Jim Zamprelli

**Consultants pour le projet de recherche :** Dr. Edward Lemaire, Institut de recherche en santé d'Ottawa

Cette étude a été financée (ou financée en partie) par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) dans le cadre du Programme de subventions de recherche (PSR), mais les opinions exprimées dans l'étude sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement les opinions de la SCHL. La contribution financière de la SCHL à cette étude ne constitue nullement une approbation de son contenu. Pour en savoir plus sur ce programme, visitez le site Web de la SCHL à **www.schl.ca** ou communiquez avec l'agent de projets, Recherche d'initiative privée, par courriel, à erp@cmhc-schl.gc.ca, ou par la poste à : Agent de projets, Recherche d'initiative privée, Programme de subventions de recherche, Division de la recherche et des politiques, Société canadienne d'hypothèques et de logement, 700 chemin de Montréal, Ottawa (Ontario) K1A 0P7.

Pour consulter d'autres feuillets ***Le Point en recherche*** et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web au

**www.schl.ca**

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Téléphone : 1-800-668-2642
Télécopieur : 1-800-245-9274

©2010, Société canadienne d'hypothèques et de logement
Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL 30-07-10

**Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.**

67032